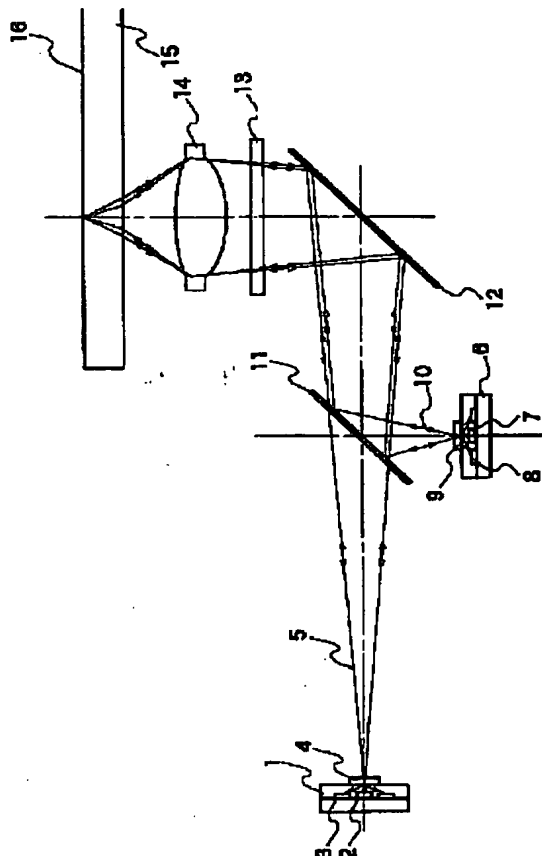


Patent Abstracts of Japan

TITLE : OPTICAL HEAD AND
RECORDING/REPRODUCING
METHOD



SOLUTION: This method is provided with a 1st light source 2 for emitting the light of 1st wavelength, a 2nd light source 7 for emitting the light of 2nd wavelength longer than the 1st wavelength, and an objective lens 14 for converging the lights of 1st and 2nd wavelength on the information recording surfaces of the information recording media corresponding to the lights of respective wavelengths. The objective lens 14 is designed so that the aberration is decreased with respect to the light of 1st wavelength. For the light of 2nd wavelength, the optical path length to the objective lens from the 2nd light source 7 is arranged shorter than the optical path length to the objective lens 14 from the 1st light source 2 so that the aberration generated on the objective lens 14 by the color dispersion of the objective lens material is decreased.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-348376

(P2000-348376A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

テ-マコ-ト* (参考)

Z 5 D 1 1 9

A

7/12

7/12

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-82745 (P2000-82745)

(22) 出願日 平成12年3月23日 (2000. 3. 23)

(31) 優先権主張番号 特願平11-92564

(32) 優先日 平成11年3月31日 (1999. 3. 31)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 松▲ざき▼ 圭一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 塩野 照弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外1名)

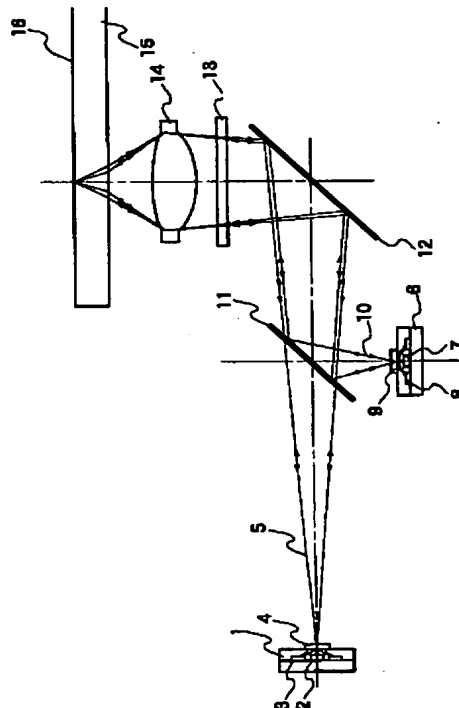
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘッド及び記録再生方法

(57) 【要約】

【課題】 波長が異なる複数の光源と、共通する単一の光学系とを備え、使用波長が異なる複数種類の情報記録媒体に対して記録及び／又は再生が可能な光ヘッドを提供する。

【解決手段】 第1の波長の光を放射する第1の光源2と、第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源7と、第1及び第2の波長の光をそれぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズ14とを備える。対物レンズ14は、第1の波長の光に対して収差が小さくなるように設計される。第2の波長の光に対して対物レンズ材料の色分散により対物レンズで発生する収差が低減するように、第2の光源から対物レンズまでの光路長を第1の光源から対物レンズまでの光路長よりも短くする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の波長の光を放射する第1の光源と、
 第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、
 前記第1の波長の光と前記第2の波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備えた光ヘッドであって、
 前記対物レンズは、前記第1の波長の光に対して収差が小さくなるように設計されており、
 前記第2の波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第2の光源から前記対物レンズまでの光路長を前記第1の光源から前記対物レンズまでの光路長よりも短くしたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項2】 第1の波長の光を放射する第1の光源と、
 第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、
 前記第1の波長の光と前記第2の波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備えた光ヘッドであって、
 前記対物レンズは、前記第2の波長の光に対して収差が小さくなるように設計されており、
 前記第1の波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第1の光源から前記対物レンズまでの光路長を前記第2の光源から前記対物レンズまでの光路長よりも長くしたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項3】 第1の波長の光を放射する第1の光源と、
 第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、
 第2の波長よりも長い第3の波長の光を放射する第3の光源と、
 前記第1、第2、及び第3のそれぞれの波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備えた光ヘッドであって、
 前記対物レンズは、前記第1の波長の光に対して収差が小さくなるように設計されており、
 前記第2及び第3のそれぞれの波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第2及び第3の各光源から前記対物レンズまでの光路長を前記第1の光源から前記対物レンズまでの光路長よりも短くしたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項4】 第1の波長の光を放射する第1の光源と、
 第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の

光源と、
 第2の波長よりも長い第3の波長の光を放射する第3の光源と、
 前記第1、第2、及び第3のそれぞれの波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備えた光ヘッドであって、
 前記対物レンズは、前記第2の波長の光に対して収差が小さくなるように設計されており、
 前記第1及び第3のそれぞれの波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第2及び第3の各光源から前記対物レンズまでの光路長を前記第1の光源から前記対物レンズまでの光路長よりも短くしたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項5】 前記第1及び前記第2の各光源から前記対物レンズの入射面までの共通の光路中に、前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差をさらに低減するための収差補正手段を備えた請求項1に記載の光ヘッド。

【請求項6】 前記第1及び前記第2の各光源から前記対物レンズの入射面までの共通の光路中に、前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差をさらに低減するための収差補正手段を備えた請求項2に記載の光ヘッド。

【請求項7】 少なくとも前記第1及び前記第2の各光源から前記対物レンズの入射面までの共通の光路中に、前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差をさらに低減するための収差補正手段を備えた請求項3に記載の光ヘッド。

【請求項8】 少なくとも前記第1及び前記第2の各光源から前記対物レンズの入射面までの共通の光路中に、前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差をさらに低減するための収差補正手段を備えた請求項4に記載の光ヘッド。

【請求項9】 前記収差補正手段は、前記第1の波長の光に対して前記対物レンズで発生する色収差を補正するホログラム素子である請求項5～8のいずれかに記載の光ヘッド。

【請求項10】 前記収差補正手段は、前記第2の波長の光に対して前記対物レンズで発生する色収差を補正するホログラム素子である請求項5～8のいずれかに記載の光ヘッド。

【請求項11】 前記ホログラム素子は、前記対物レンズの表面に一体形成されている請求項9に記載の光ヘッド。

【請求項12】 前記ホログラム素子は、前記対物レンズの表面に一体形成されている請求項10に記載の光ヘッド。

【請求項13】 前記収差補正手段は、前記第1又は前

記第2の光源からの発散光を実質的に平行光に変換する
 コリメートレンズである請求項5又は6に記載の光ヘッ
 ド。

【請求項14】 前記収差補正手段は、前記第1、第2
 又は第3の光源からの発散光を実質的に平行光に変換す
 るコリメートレンズである請求項7又は8に記載の光ヘ
 ッド。

【請求項15】 前記収差補正手段は、前記対物レンズ
 材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低
 減するように収差を持たせたコリメートレンズである請
 求項5～8のいずれかに記載の光ヘッド。

【請求項16】 前記第3の波長の光に対する前記対物
 レンズのNAが0.5以下となるように、前記第3の光
 源と前記対物レンズとの間の光路長が設定された請求項
 7又は8に記載の光ヘッド。

【請求項17】 前記対物レンズ材料の色分散により前
 記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記対
 物レンズ材料のアッペ数と前記収差補正手段の材料のア
 ッペ数とが異なる請求項5～8のいずれかに記載の光ヘ
 ッド。

【請求項18】 前記対物レンズ材料のアッペ数が5.5
 以上である請求項1～4のいずれかに記載の光ヘッド。

【請求項19】 前記対物レンズは、いずれかの前記波
 長の光に対して収差が補正された単一の非球面レンズで
 ある請求項1～4のいずれかに記載の光ヘッド。

【請求項20】 前記対物レンズは、前記各波長の光に
 対して色収差及び波面収差が補正された、球面又は非球
 面のレンズからなる組み合わせレンズである請求項1～
 4のいずれかに記載の光ヘッド。

【請求項21】 前記第1及び第2の光源は選択的に光
 を出射する請求項1又は2に記載の光ヘッド。

【請求項22】 前記第1、第2、及び第3の光源は選
 択的に光を出射する請求項3又は4に記載の光ヘッド。

【請求項23】 前記第1の波長が350nm～500
 nmの範囲内、前記第2の波長が600nm～700nm
 の範囲内である請求項1又は2に記載の光ヘッド。

【請求項24】 前記第1の波長が350nm～500
 nmの範囲内、前記第2の波長が600nm～700nm
 の範囲内、前記第3の波長が700nm～900nm
 の範囲内である請求項3又は4に記載の光ヘッド。

【請求項25】 情報記録面と前記情報記録面上の保護
 層とを備えた情報記録媒体に、前記保護層側から光を投
 射して、前記情報記録面に情報を記録し及び／又は前記
 情報記録面に記録された情報を再生する記録再生方法で
 あって、

第1の波長の光を放射する第1の光源と、第1の波長よ
 りも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、前記
 第1の波長の光と前記第2の波長の光を、それぞれの波
 長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光さ
 せる対物レンズとを備え、前記対物レンズは前記第2の

波長の光に対して収差が小さくなるように設計された光
 ヘッドを用い、

前記第1の波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分
 散により前記対物レンズで発生する収差が低減するよう
 に、前記第1の波長の光に対応する前記情報記録面上の
 保護層の厚みと、前記第2の波長の光に対応する前記情
 報記録面上の保護層の厚みとを異ならせることを特徴と
 する記録再生方法。

【請求項26】 前記対物レンズに入射する前記第1及
 び前記第2の波長の光が実質的に平行光であり、前記第
 2の波長の光に対応する情報記録面上の保護層の厚みが
 0.55～0.65mm、前記第1の波長の光に対応す
 る情報記録面上の保護層の厚みが0.65～0.75mm
 である請求項25に記載の記録再生方法。

【請求項27】 第1の波長に対して前記対物レンズ材
 料の色分散により前記対物レンズで発生する収差がさら
 に低減するように、前記第1の波長の光に対応する情報
 記録面上の保護層のアッペ数を、前記第2の波長の光に
 対応する情報記録面上の保護層のアッペ数と異ならせる
 請求項25に記載の記録再生方法。

【請求項28】 前記情報記録媒体は、前記第1の波長
 の光に対応する第1の情報記録面と、前記第2の波長の
 光に対応する第2の情報記録面と、前記第1及び第2の
 各情報記録面上に形成された第1及び第2の保護層とを
 有し、

前記両情報記録面に対して同一面側から光を投射して記
 録及び／又は再生を行ない、

前記第1の波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分
 散により前記対物レンズで発生する色収差が低減するよ
 うに、前記第1の保護層の厚みを設定する請求項25に
 記載の記録再生方法。

【請求項29】 前記情報記録媒体は、前記第1の波長
 の光に対応する第1の情報記録面と、前記第2の波長の
 光に対応する第2の情報記録面と、前記第1及び第2の
 各情報記録面上に形成された第1及び第2の保護層と
 からなる積層単位が情報記録面側で貼り合わされて、両面
 から光を投射して記録及び／又は再生が可能に構成され
 ている請求項25に記載の記録再生方法。

【請求項30】 前記第1の波長が350nm～500
 nmの範囲内、前記第2の波長が600nm～700nm
 の範囲内である請求項25に記載の記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、短波長のレーザ光
 源（波長350nm～500nm）を含む複数の光源を
 有し、光ディスクなどの情報記録媒体の記録及び／又は
 再生に利用される光ヘッドに関する。また、本発明は、
 短波長のレーザ光源を含む複数の光源を用いて情報記録
 媒体に記録及び／又は再生を行なう記録再生方法に関す
 る。

【0002】

【従来の技術】図13は短波長のレーザ光源を用いた従来の光ヘッドの構成図である。情報記録媒体の記録再生を行うための光源として、半導体レーザー（波長850nm）と、第2高調波を発生させることにより入射光の波長を半分に変換するSHG（Second Harmonic Generation）素子とを使用した、短波長のレーザ光源（425nm）を用いている。同図に示すように、半導体レーザー101およびその波長を半分に変換するSHG素子102からなる光源より出射したレーザー光103を、コリメートレンズ104により平行光に変換し、立ち上げミラー106により情報記録媒体109側に反射し、1/4波長板107により円偏光に変換した後、対物レンズ108により情報記録媒体109の情報記録面110に集光する。そして、情報記録面110からの反射光は1/4波長板107により往路のレーザー光103の偏光方向と垂直な偏光方向を有する直線偏光に変換され、偏光ビームスプリッター105で反射された後、検出レンズ111に入射し、受光素子112上に集光され、信号が検出される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】波長が350nm～500nmの範囲に含まれる短波長のレーザ光源を用いた従来の高密度情報記録媒体の記録または再生を行う光ヘッドにおいて、対物レンズを含む同一光学系に赤色波長の光や赤外波長の光を入射させると、これらの波長の光に対して対物レンズ材料の色分散により収差が発生する。従って、これらの波長の光を使用するDVD（使用波長：約650nm）、DVD-R（使用波長：約650nm）、CD（使用波長：約800nm）、CD-R（使用波長：約800nm）、CD-RW（使用波長：約800nm）に対して、上記光ヘッドと同一の光学系を用いて情報の記録及び／又は再生ができないという問題点を有していた。

【0004】本発明は、前記問題点を解決するもので、同一の光学系を用いて、高密度ディスク（使用波長：約350～500nm）、DVD、DVD-R、CD、CD-R、CD-RW等の使用波長が異なる複数の仕様の情報記録媒体に対して記録及び／又は再生することができる光ヘッドを提供することを目的とする。特に、波長350nm～500nmの光を放射する光源と、波長600nm～700nmの光を放射する光源及び波長700nm～900nmの光を放射する光源のうちの少なくとも一方の光源とを備え、共通する単一の光学系を用いて、各光の集光特性が良好な小型の光ヘッドを提供することを目的とする。また、本発明は、波長が異なる複数の光源と、共通する単一の光学系とを備えた光学ヘッドを用いて、使用波長が異なる複数種類の情報記録媒体に対して記録及び／又は再生することができる記録再生方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するために以下の構成とする。

【0006】本発明の第1の構成に係る光ヘッドは、第1の波長の光を放射する第1の光源と、第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、前記第1の波長の光と前記第2の波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備えた光ヘッドであって、前記対物レンズは、前記第1の波長の光に対して収差が小さくなるように設計されており、前記第2の波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第2の光源から前記対物レンズまでの光路長を前記第1の光源から前記対物レンズまでの光路長よりも短くしたことを特徴とする。

【0007】両光路長を上記のように設定することにより、第2の波長の光に対して対物レンズで発生する収差を低減することができ、第2の波長の光の集光特性が向上する。このため、同一の光学系を用いて、第1の波長に対応した情報記録媒体に加えて、第2の波長に対応した情報記録媒体に対して記録及び／又は再生を行うことができる。また、光学系を共通にすることにより、光ヘッドの構成を簡易かつ小型にすることができる。

【0008】本発明の第2の構成に係る光ヘッドは、第1の波長の光を放射する第1の光源と、第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、前記第1の波長の光と前記第2の波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備えた光ヘッドであって、前記対物レンズは、前記第2の波長の光に対して収差が小さくなるように設計されており、前記第1の波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第1の光源から前記対物レンズまでの光路長を前記第2の光源から前記対物レンズまでの光路長よりも長くしたことを特徴とする。

【0009】両光路長を上記のように設定することにより、第1の波長の光に対して対物レンズで発生する収差を低減することができ、第1の波長の光の集光特性が向上する。このため、同一の光学系を用いて、第2の波長に対応した情報記録媒体に加えて、第1の波長に対応した情報記録媒体に対して記録及び／又は再生を行うことができる。また、光学系を共通にすることにより、光ヘッドの構成を簡易かつ小型にすることができる。

【0010】本発明の第3の構成に係る光ヘッドは、第1の波長の光を放射する第1の光源と、第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、第2の波長よりも長い第3の波長の光を放射する第3の光源と、前記第1、第2、及び第3のそれぞれの波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備えた光ヘッドで

あって、前記対物レンズは、前記第1の波長の光に対して収差が小さくなるように設計されており、前記第2及び第3のそれぞれの波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第2及び第3の各光源から前記対物レンズまでの光路長を前記第1の光源から前記対物レンズまでの光路長よりも短くしたことを特徴とする。

【0011】各光路長を上記のように設定することにより、第2及び第3の波長の光に対して対物レンズで発生する収差を低減することができ、第2及び第3の波長の光の集光特性が向上する。このため、同一の光学系を用いて、第1の波長に対応した情報記録媒体に加えて、第2及び第3の波長に対応した情報記録媒体に対して記録及び／又は再生を行うことができる。また、光学系を共通にすることにより、光ヘッドの構成を簡易かつ小型にすることができる。

【0012】本発明の第4の構成に係る光ヘッドは、第1の波長の光を放射する第1の光源と、第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、第2の波長よりも長い第3の波長の光を放射する第3の光源と、前記第1、第2、及び第3のそれぞれの波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備えた光ヘッドであって、前記対物レンズは、前記第2の波長の光に対して収差が小さくなるように設計されており、前記第1及び第3のそれぞれの波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第2及び第3の各光源から前記対物レンズまでの光路長を前記第1の光源から前記対物レンズまでの光路長よりも短くしたことを特徴とする。

【0013】各光路長を上記のように設定することにより、第1及び第3の波長の光に対して対物レンズで発生する収差を低減することができ、第1及び第3の波長の光の集光特性が向上する。このため、同一の光学系を用いて、第2の波長に対応した情報記録媒体に加えて、第1及び第3の波長に対応した情報記録媒体に対して記録及び／又は再生を行うことができる。また、光学系を共通にすることにより、光ヘッドの構成を簡易かつ小型にすることができる。

【0014】上記第1及び第2の光ヘッドにおいて、前記第1及び前記第2の各光源から前記対物レンズの入射面までの共通の光路中に、前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差をさらに低減するための収差補正手段を備えることが好ましい。これにより、第1又は第2の波長の光に対して対物レンズで発生する収差を収差補正手段を挿入することで低減することができる。よって、第1及び第2の波長の光の集光特性を更に向上させることができる。

【0015】また、上記第3及び第4の光ヘッドにおいて、少なくとも前記第1及び前記第2の各光源から前記

対物レンズの入射面までの共通の光路中に、前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差をさらに低減するための収差補正手段を備えることが好ましい。これにより、少なくとも第1又は第2の波長の光に対して対物レンズで発生する収差を収差補正手段を挿入することで低減することができる。よって、第1、第2及び第3の波長の光の集光特性を更に向上させることができる。

【0016】上記において、前記収差補正手段を、前記第1の波長の光に対して前記対物レンズで発生する色収差を補正するホログラム素子とすることができる。これにより、第1の波長の光に対して対物レンズ材料の色分散により発生する収差を低減することができ、対物レンズの集光特性を改善することができる。また、ホログラム素子とすることで、装置を薄型にすることができる。

【0017】あるいは、上記において、前記収差補正手段を、前記第2の波長の光に対して前記対物レンズで発生する色収差を補正するホログラム素子とすることもできる。これにより、第2の波長の光に対して対物レンズ材料の色分散により発生する収差を低減することができ、対物レンズの集光特性を改善することができる。また、ホログラム素子とすることで、装置を薄型にすることができる。

【0018】上記において、前記ホログラム素子は、前記対物レンズの表面に一体形成されていることが好ましい。これにより、レンズおよびホログラム素子からなる光学系を軽量化、小型化することができ、レンズを駆動するアクチュエータの負担を軽減できる。

【0019】また、上記第1又は第2の光ヘッドにおいて、前記収差補正手段を、前記第1又は前記第2の光源からの発散光を実質的に平行光に変換するコリメートレンズとしてもよい。これにより、第1及び第2の光源からの発散光のうち、コリメートレンズにより平行光に変換された光の光軸に垂直な面内での対物レンズの位置合わせ精度の許容量を増大させることができる。

【0020】同様に、上記第3又は第4の光ヘッドにおいて、前記収差補正手段を、前記第1、第2又は第3の光源からの発散光を実質的に平行光に変換するコリメートレンズとしてもよい。これにより、第1、第2、及び第3の光源からの発散光のうち、コリメートレンズにより平行光に変換された光の光軸に垂直な面内での対物レンズの位置合わせ精度の許容量を増大させることができる。

【0021】このとき、第3の光源から出射する光をコリメートレンズを通さず直接対物レンズに入射させるようにしてもよい。これにより、例えば、高密度光ディスク、DVD、DVD-R、CD、CD-R、CD-RWなどの仕様の異なる複数の光ディスクの記録及び／又は再生を同一の光学系で容易に行うことができる。

【0022】また、前記収差補正手段を、前記対物レン

ズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように収差を持たせたコリメートレンズとすることもできる。即ち、対物レンズで発生する色収差が相殺又は減少するように、コリメートレンズに故意に収差を生じさせる。この結果、光学系全体の収差を更に低減することができる。

【0023】上記第3又は第4の光ヘッドにおいて、前記第3の波長の光に対する前記対物レンズのNA（開口数）が0.5以下となるように、前記第3の光源と前記対物レンズとの間の光路長を設定することが好ましい。これにより、例えば、CD、CD-R、CD-RWなどの情報記録媒体に対して記録及び／又は再生を容易に行うことができる。

【0024】上記第1～第4の光ヘッドにおいて、前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記対物レンズ材料のアップ数と前記収差補正手段の材料のアップ数とが異なることが好ましい。これにより、対物レンズの色収差を収差補正手段で補償することができる。

【0025】また、上記第1～第4の光ヘッドにおいて、前記対物レンズ材料のアップ数が5以上であることが好ましい。対物レンズ材料として色分散の少ない材料を用いることにより、対物レンズの色収差を低減させることができる。

【0026】また、上記第1～第4の光ヘッドにおいて、前記対物レンズを、いずれかの前記波長の光に対して収差が補正された単一の非球面レンズとすることができる。これにより、収差補正されていない光に対して対物レンズで発生する収差が低減するように、各光源と対物レンズとの光路長を変えて各光源を配置するのみで、容易に波面収差を改善できる。

【0027】あるいは、上記第1～第4の光ヘッドにおいて、前記対物レンズを、前記各波長の光に対して色収差及び波面収差が補正された、球面又は非球面のレンズからなる組み合わせレンズとすることもできる。これにより、各光源と対物レンズとの光路長を変えて各光源を配置するのみで容易に波面収差を改善できる。

【0028】また、上記第1又は第2の光ヘッドにおいて、前記第1及び第2の光源は選択的に光を出射することが好ましい。これにより、2つの異なる波長に対応した、それぞれ異なる情報記録媒体の情報記録面に対して記録及び／又は再生を行うことができる。

【0029】また、上記第3又は第4の光ヘッドにおいて、前記第1、第2、及び第3の光源は選択的に光を出射することが好ましい。これにより、3つの異なる波長に対応した、それぞれ異なる情報記録媒体の情報記録面に対して記録及び／又は再生を行うことができる。

【0030】また、上記第1又は第2の光ヘッドにおいて、前記第1の波長が350nm～500nmの範囲内、前記第2の波長が600nm～700nmの範囲内

であることが好ましい。これにより、同一の光ヘッドで、高密度光ディスク、DVD、DVD-Rなどの仕様の異なる複数の光ディスクに対して記録及び／又は再生を行うことができる。

【0031】また、上記第3又は第4の光ヘッドにおいて、前記第1の波長が350nm～500nmの範囲内、前記第2の波長が600nm～700nmの範囲内、前記第3の波長が700nm～900nmの範囲内であることが好ましい。これにより、同一の光ヘッドで、高密度光ディスク、DVD、DVD-R、CD、CD-R、CD-RWなどの仕様の異なる複数の光ディスクに対して記録及び／又は再生を行うことができる。

【0032】次に、本発明に係る記録再生方法は、情報記録面と前記情報記録面上の保護層とを備えた情報記録媒体に、前記保護層側から光を投射して、前記情報記録面に情報を記録し及び／又は前記情報記録面に記録された情報を再生する記録再生方法であって、第1の波長の光を放射する第1の光源と、第1の波長よりも長い第2の波長の光を放射する第2の光源と、前記第1の波長の光と前記第2の波長の光を、それぞれの波長の光に対応する情報記録媒体の情報記録面上に集光させる対物レンズとを備え、前記対物レンズは前記第2の波長の光に対して収差が小さくなるように設計された光ヘッドを用い、前記第1の波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差が低減するように、前記第1の波長の光に対応する前記情報記録面上の保護層の厚みと、前記第2の波長の光に対応する前記情報記録面上の保護層の厚みとを異ならせることを特徴とする。

【0033】情報記録媒体の保護層の厚みを使用する光源の波長に応じて変えることにより、対物レンズで発生する色収差を低減させることができる。この結果、同一の光学系を用いて、使用波長が異なる複数の情報記録媒体に対して記録及び／又は再生を行うことができる。また、光学系を共通にすることにより、光ヘッドの構成を簡易かつ小型にすることができる。

【0034】上記の記録再生方法において、前記対物レンズに入射する前記第1及び前記第2の波長の光が実質的に平行光であり、前記第2の波長の光に対応する情報記録面上の保護層の厚みが0.55～0.65mm、前記第1の波長の光に対応する情報記録面上の保護層の厚みが0.65～0.75mmであることが好ましい。これにより、第1、第2のそれぞれの波長に対応した、それぞれ異なる情報記録媒体の情報記録面に対して記録及び／又は再生を行うことができる。また、平行光を用いることにより、光軸に垂直な面内での対物レンズの位置合わせ精度の許容量を増大させることができる。

【0035】また、上記の記録再生方法において、第1の波長に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する収差がさらに低減するように、前

記第1の波長の光に対応する情報記録面上の保護層のアップ数を、前記第2の波長の光に対応する情報記録面上の保護層のアップ数と異ならせることが好ましい。情報記録媒体の保護層のアップ数を使用する光源の波長に応じて変えることにより、対物レンズで発生する色収差をさらに低減させることができる。

【0036】また、上記の記録再生方法において、前記情報記録媒体として、前記第1の波長の光に対応する第1の情報記録面と、前記第2の波長の光に対応する第2の情報記録面と、前記第1及び第2の各情報記録面上に形成された第1及び第2の保護層とを有する2層構造の情報記録媒体を用い、両情報記録面に対して同一面側から光を投射して記録及び／又は再生を行ない、前記第1の波長の光に対して前記対物レンズ材料の色分散により前記対物レンズで発生する色収差が低減するように、前記第1の保護層の厚みを設定してもよい。情報記録媒体の保護層の厚みを使用する光源の波長に応じて変えることにより、対物レンズで発生する色収差を低減させることができる。さらに2層構造の情報記録媒体とすることで、情報記録媒体の単体での記録容量を増大させることができる。

【0037】また、上記の記録再生方法において、前記情報記録媒体として、前記第1の波長の光に対応する第1の情報記録面と、前記第2の波長の光に対応する第2の情報記録面と、前記第1及び第2の各情報記録面上に形成された第1及び第2の保護層とからなる積層単位が情報記録面側で貼り合わされた4層構造であって、両面から光を投射して記録及び／又は再生が可能な情報記録媒体を用いることもできる。前記2層構造の情報記録媒体を情報記録面側で貼り合わせた両面記録又は再生の情報記録媒体とすることで、情報記録媒体の単体での記録容量を更に増大させることができる。

【0038】また、上記の記録再生方法において、前記第1の波長が350nm～500nmの範囲内、前記第2の波長が600nm～700nmの範囲内であることが好ましい。これにより、同一の光ヘッドで、高密度光ディスク、DVD、DVD-Rなどの仕様の異なる複数の光ディスクの記録及び／又は再生を行うことができる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下に本発明を図面を参照しながら説明する。

【0040】(第1の実施の形態)図1は本発明の第1の実施の形態の光ヘッドの構成図である。

【0041】本光ヘッドは、350nm～500nmの範囲に含まれる、例えば400nmの第1の波長の光を放射する第1の光源2と、600nm～700nmの範囲に含まれる、例えば660nmの第2の波長の光を放射する第2の光源7とを有する。第1の光源2は、第1の受光素子3、第1のホログラム素子4とともに一体集

積化されて、第1のLD/PD (laser diode/photo detector) モジュール1を構成する。同様に、第2の光源7は、第2の受光素子8、第2のホログラム素子9とともに一体集積化されて、第2のLD/PD (laser diode/photo detector) モジュール6を構成する。第1の光源2と第2の光源7を選択的に切り替えることによりそれぞれの波長に対応した情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う。情報記録媒体は、デジタル情報が記録される情報記録面16と、光が入射する側に設けられた保護層15とを有する。情報記録媒体として、実際には、第1の波長に対応した第1の情報記録媒体と、第2の波長に対応した第2の情報記録媒体とが存在するが、本実施の形態では両情報記録媒体の保護層の厚みが同一であるため、図1では両情報記録媒体を区別せずに示している。

【0042】第1の光源2からの第1の出射光5は、ビームスプリッタ11を通過する。一方、第2の光源7からの第2の出射光10は、第1の出射光5と同一の光軸上を同方向に進行するように、ビームスプリッタ11により直角方向に反射される。そして、第1の出射光5及び第2の出射光10は、立ち上げミラー12により情報記録媒体の情報記録面16に対し垂直方向に偏向される。次に、第1の出射光5と第2の出射光10は1/4波長板13により円偏光に変換された後、対物レンズ14により情報記録面16上に集光され、デジタル情報の記録または再生が行われる。第1及び第2の光源からの光の情報記録面16での反射光は、1/4波長板13により、第1および第2の出射光5、10の偏光方向とそれぞれ垂直な直線偏光に変換され、それぞれ第1のホログラム素子4および第2のホログラム素子9により回折されて、それぞれ第1の受光素子3および第2の受光素子8の表面に集光される。以上により、デジタル情報である再生信号および対物レンズの位置制御信号であるフォーカス/トラッキング信号が検出される。

【0043】以上のように構成された光学系において、本発明者らは、図2に示すように一般的に光学部品の硝材の屈折率は、光の波長がおよそ500nm以下になると急激に大きくなる(色分散が大きくなる)ことを見いだした(図2はよく用いられている硝材BK-7の場合を示す)。

【0044】例えば対物レンズ14として、第1の波長の光が良好に集光するように設計された単一の非球面レンズを使用した場合を考える。この場合、上記理由により、第2の波長に対して対物レンズ14の屈折率が設計値から大きくずれる。従って、第2の光源7から対物レンズ14までの光路長が、第1の光源2から対物レンズ14までの光路長と実質的に等しい場合、対物レンズ14の像点に第2の出射光10がうまく集光されない、すなわち、第2の波長の光に対して対物レンズ14の硝材の色分散による色収差が発生してしまうという問題があ

った。そこで本発明者らは、第2の光源7から対物レンズ14までの光路長を第1の光源2から対物レンズ14までの光路長よりも短くなるように配置することにより、第2の波長の光に対して対物レンズ14で発生する色収差を低減できることを発見した。実際に色収差の発生量が実質上問題とならないように、例えば波面収差がRMS値として0.04λ以下(λは波長)となるように光路長を最適化することができた。

【0045】また、対物レンズ14として、第2の波長の光が良好に集光するように設計された単一の非球面レンズを用いた場合においては、第1の光源2から対物レンズ14までの光路長が、第2の光源7から対物レンズ14までの光路長と実質的に等しい場合、第1の波長の光に対して対物レンズ14の硝材の色分散による収差が発生して集光特性が低下する。この場合には、対物レンズ14での該収差が低減するように、第1の光源2から対物レンズ14までの光路長を第2の光源7から対物レンズ14までの光路長よりも長くなるように配置する。これにより、第1の波長の光に対する色収差の発生量を実質上問題とならないようにできる。

【0046】さらに、対物レンズ14の材料として、色分散の少ない材料(色分散の度合いを示すアッペ数が大きな材料)、例えばCaFK95(アッペ数95.0)、GFK70(アッペ数71.3)、P-BK40(アッペ数63.5)、VC79(アッペ数57.8)などのアッペ数が例えば55以上の材料を用いることにより、対物レンズ14で発生する色収差をさらに低減することができる。具体的には、マージン特性も含めて十分良好な値、例えば光学系の波面収差が0.03λ以下になるように、収差の発生量を低下させることができる。

【0047】(第2の実施の形態)図3は本発明の第2の実施の形態の光ヘッドの構成図である。図1と同一の機能を有する要素には同一の符号を付してあり、それらについては詳細な説明を省略する。

【0048】本実施の形態では、700nm～900nmの範囲に含まれる、例えば800nmの第3の波長の光を放射する第3の光源17が更に配置される。第3の光源17は、第3の受光素子18、第3のホログラム素子19とともに一体集積化されて、第3のLD/PDモジュール22を構成する。

【0049】第3の波長の光は、第3の波長に対応した第3の情報記録媒体の情報記録面23へ照射され、デジタル情報の記録及び/又は再生が行なわれる。第3の波長に対応した情報記録媒体の保護層24は、第1または第2の波長に対応した情報記録媒体の保護層15と厚みが異なる。第1～第3の光源を選択的に切り替えることによりそれぞれの波長に対応した情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う。

【0050】第3の光源17からの第3の出射光20

は、第1の出射光5と同一の光軸上を同方向に進行するように、ビームスプリッタ21により直角方向に反射される。その後は、第1及び第2の出射光5、10と同様の経路を取り、情報記録面23上に集光される。情報記録面23での反射光は、1/4波長板13により、第3の光源17からの出射光20の偏光方向と垂直な直線偏光に変換され、第3のホログラム素子19により回折されて、第3の受光素子18の表面に集光される。

【0051】対物レンズ14として第1の波長または第2の波長の光に対して良好に集光するように設計された対物レンズを使用した場合、第3の波長の光に対しては、波長の違いと第3の波長に対応した第3の情報記録媒体の保護層24の厚みの違いとによって収差が発生し、集光特性が低下する。本実施の形態では、これらの収差を低減するように、第3の光源17から対物レンズ14までの光路長を第1の光源2または第2の光源7から対物レンズ14までの光路長より短くなるように配置する。この結果、収差の発生量が実質上問題とならないようにすることができる。

【0052】上記以外は第1の実施の形態と同様である。

【0053】(第3の実施の形態)図4は本発明の第3の実施の形態の光ヘッドの構成図である。図1と同一の機能を有する要素には同一の符号を付してあり、それらについては詳細な説明を省略する。

【0054】本実施の形態では、第1の光源2および第2の光源7から対物レンズ14の入射面までの共通の光路中に収差補正手段25を設けて、第1の波長または第2の波長の光に対して対物レンズ14の硝材の色分散により対物レンズ14で発生する収差をさらに低減している。収差補正手段25としては、例えばホログラム素子を用いることができる。

【0055】光ヘッドにおいて、レーザー光源は、情報記録媒体などからの戻り光により雑音が発生することがある。このため、高周波を印加して中心波長付近の複数の波長で発振させ(多モード発振にする)、波長に広がりを持たせることで発振状態を安定化させる場合が多い。ところが、この光源の波長の広がりによって対物レンズの硝材の色分散により収差が発生し、集光特性が低下してしまうという問題がある。さらに、対物レンズの入射面側にホログラム素子を挿入する場合、入射光の波長変動によりホログラム素子からの出射光の回折角が変化するため、対物レンズの集光点に良好に集光できず色収差が発生してしまうという問題がある。

【0056】本実施の形態では、この光源の波長広がりによる色収差と回折角変化による色収差とがいずれも減少する(相互に相殺し合う)ように光学系を構成する。以上により、第1の光源2または第2の光源7が高周波重畳により多モード発振している場合に発生する波長広がりによる収差をさらに低減することができる。

【0057】図4では収差補正手段（ホログラム素子）25を独立した部品として設置したが、図5のようにホログラム素子を一体成形した対物レンズ14'を用いることもできる。このように色収差補正機能を備えた対物レンズ14'とすることにより、部品点数および組立工程数を減らすことができる。

【0058】本実施の形態は、実施の形態2で示したような第3の光源を有する光ヘッドについても同様に適用することができる。

【0059】上記以外は第1および第2の実施の形態と同様である。

【0060】（第4の実施の形態）図6は本発明の第4の実施の形態の光ヘッドの構成図である。図1と同一の機能を有する要素には同一の符号を付してあり、それらについては詳細な説明を省略する。

【0061】本実施の形態では、第1の光源2および第2の光源7から対物レンズ14の入射面までの共通の光路中に、第1の光源2または第2の光源7からの発散光を実質上平行光に変換するコリメートレンズ28を配置する。対物レンズ14は、第1の光源2及び第2の光源7からの発散光のうち平行光にコリメートされる側の光源の光が良好に集光されるように設計される。このとき、コリメートされない光源の波長に対して、対物レンズ14において硝材の色分散による収差が発生し、また、コリメートレンズ28において色収差および球面収差が発生する。本実施の形態では、第1および第2の実施の形態と同様に、コリメートされない側の光源から対物レンズ14までの光路長がコリメートされる側の光源から対物レンズ14までの光路長と異なるように配置する。これにより、これらの収差を低減することができる。さらに、コリメートされる側の光源に対する光軸に垂直な面内での対物レンズ14の位置合わせ精度の許容値を大きくすることができる。

【0062】この場合、例えば、コリメートレンズ28の硝材のアップ数を対物レンズ14の硝材のアップ数と異ならせたり、コリメートレンズ28の材料や形状を工夫したりして、コリメートレンズにおいて故意に収差を発生させることにより、対物レンズ14で発生する色収差をコリメートレンズ28で発生する色収差で減少（相殺）させることができる。これにより光学系全体の収差をさらに低減することができる。

【0063】具体的な構成例を示す。例えば図6における第1の光源2として波長410nmの半導体レーザー、第2の光源7として波長650nmの半導体レーザーを使用する。第1の光源2および第2の光源7から焦点距離20mmのコリメートレンズ28の入射面までの各光路長がそれぞれ20mm、16.7mmとなるように各光源を配置する。そして、コリメートレンズ28で第1の光源2の出射光5を平行光に、第2の光源7の出射光10を発散光にそれぞれ変換し、硝材としてFCD

100（アップ数が95）を用いた対物レンズ14へ入射させる。対物レンズ14の第1の光源2の光に対する開口数（NA）が0.7、第2の光源7の光に対する開口数が0.6となるように光学系を構成する。このように構成された光ヘッドを用いて、保護層の厚さが0.6mmの波長410nm用の高密度ディスクおよび保護層の厚さが0.6mmの波長650nm用のDVD用の情報記録媒体に対して記録及び／又は再生を行うことができる。

【0064】さらに、図7のように波長800nmの第3の光源17をコリメートレンズ28を通さないように配置し、第3の光源17の光に対する対物レンズ14の開口数が0.45となるように光学系を構成する。このように構成された光ヘッドを用いて、更に保護層24の厚さが1.2mmのCD、CD-R、CD-RWなどの情報記録媒体に対して記録及び／又は再生を行うことができる。なお、図7において図3と同一の機能を有する要素には同一の符号を付してあり、それらについては詳細な説明を省略する。

【0065】また、図8に示すように、対物レンズとして、非球面または球面の複数のレンズからなる組み合わせレンズ14''を用いることもできる。ここで、組み合わせレンズ14''は、第1、第2、及び第3の各光源の波長に対して色収差及び波面収差が補正されている。このような構成によれば、対物レンズ14において発生する収差をさらに低減することができ、光学系の集光特性が向上する。なお、図8において図7と同一の機能を有する要素には同一の符号を付してあり、それらについては詳細な説明を省略する。

【0066】さらに、図9に示すように、第1の光源2、第2の光源7および第3の光源17から対物レンズ14の入射面までの共通の光路中に、第3の実施の形態と同様に収差補正手段（ホログラム素子）25を挿入することもできる。このような構成によれば、対物レンズ14において発生する収差を低減でき、光学系の集光特性を向上させることができる。なお、図9において図7と同一の機能を有する要素には同一の符号を付してあり、それらについては詳細な説明を省略する。

【0067】上記以外は第1、第2および第3の実施の形態と同様である。

【0068】（第5の実施の形態）図10は本発明の第5の実施の形態の記録再生方法の説明図である。図1と同一の機能を有する要素には同一の符号を付してあり、それらについては詳細な説明を省略する。

【0069】対物レンズ14は、第2の光源7の波長に対して収差が小さくなるように設計されている。上記の第1の実施の形態では、第1の波長と第2の波長のそれぞれに対応する情報記録媒体の保護層の厚みは同一であった。これに対して本実施の形態では、第1の光源2の波長に対して対物レンズ14の硝材の色分散により発生

する収差が低減するように、第1の波長に対応する第1の情報記録媒体の保護層の厚みを設定している。具体的には、第1の光源2から対物レンズ14までの光学系で発生する収差が減少するように、第1の光源2の波長に対応する第1の情報記録媒体の情報記録面27上の保護層26の厚みを、第2の光源7の波長に対応する第2の情報記録媒体の情報記録面16上の保護層15の厚みと異ならせる。このように、保護層26の厚みを変えることにより、故意に収差を発生させ、全体の収差を低減させることができる。

【0070】さらに、保護層26のアッペ数を保護層15のアッペ数と異ならせることもできる。即ち、保護層26のアッペ数を適切に設定することにより、故意に収差を発生させ、第1の波長に対して対物レンズ14で発生する収差をある程度低減することができる。

【0071】上記以外は第1、第2、第3および第4の実施の形態と同様である。

【0072】具体的な構成例を説明する。図11に示すように、第1の光源2として波長410nmの半導体レーザー、第2の光源7として波長650nmの半導体レーザーを使用する。第1及び第2の光源2、7から対物レンズ14までの共通の光路中にコリメートレンズ28を設置する。第1及び第2の光源2、7からコリメートレンズ28までの光路長が等しくなるように第1及び第2の光源2、7を配置する。第1の光源2の出射光5および第2の光源7の出射光10は、コリメートレンズ28によりいずれも略平行光に変換される。対物レンズ14は、第2の光源7の波長に対して収差が小さくなるように設計される。第1の光源に対応する第1の情報記録媒体の保護層26の厚みは0.7mm、第2の光源に対応する第2の情報記録媒体の保護層15の厚みは0.6mmである。対物レンズ14の第1の光源2の光に対する開口数が0.6、第2の光源7の光に対する開口数が0.6となるように、光学系を配置する。以上により、保護層の厚さが0.7mmの波長410nm用の高密度ディスクおよび保護層の厚さが0.6mmの波長650nm用のDVDに対して記録及び／又は再生を行うことができる。なお、図11において上記以外は図10と同様であり、同一の機能を有する要素には同一の符号を付し、それらについての詳細な説明を省略する。

【0073】(第6の実施の形態) 図12は本発明の第6の実施の形態の記録再生方法の説明図である。図10と同一の機能を有する要素には同一の符号を付してあり、それらについては詳細な説明を省略する。

【0074】本実施の形態は以下の点で第5の実施の形態と相違する。即ち、本実施の形態では、情報記録媒体の記録容量を増大させるため、第1の情報記録面27および第2の情報記録面16を同一の基材中に2層構造で形成した情報記録媒体を用いている。

【0075】さらに、このような2層構造の情報記録媒

体を、情報記録面側で2枚張り合わせて情報記録面を4層構造とし、表面および裏面の両面から記録及び／又は再生を行う情報記録媒体に本発明を適用することもできる。このような構成とすることにより、さらに情報記録媒体の記録容量を増大させることができる。

【0076】上記以外については第1、第2、第3、第4および第5の実施の形態と同様である。

【0077】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、共通する単一の光学系で、使用波長が異なる複数種類の情報記録媒体に対して記録及び／又は再生することができる。また、共通する光学系を用いることにより、光ヘッドの構成を簡易かつ小型にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態にかかる光ヘッドの構成図

【図2】ガラス材料(BK-7)における屈折率の波長依存性を示す図

【図3】本発明の第2の実施の形態にかかる光ヘッドの構成図

【図4】本発明の第3の実施の形態にかかる光ヘッドの構成図

【図5】本発明の第3の実施の形態にかかる光ヘッドの構成図

【図6】本発明の第4の実施の形態にかかる光ヘッドの構成図

【図7】本発明の第4の実施の形態にかかる光ヘッドの構成図

【図8】本発明の第4の実施の形態にかかる光ヘッドの構成図

【図9】本発明の第4の実施の形態にかかる光ヘッドの構成図

【図10】本発明の第5の実施の形態にかかる記録再生方法を示した構成図

【図11】本発明の第5の実施の形態にかかる記録再生方法を示した構成図

【図12】本発明の第6の実施の形態にかかる記録再生方法を示した構成図

【図13】従来の短波長のレーザ光源(波長350nm～500nm)を含む光ヘッドの構成図

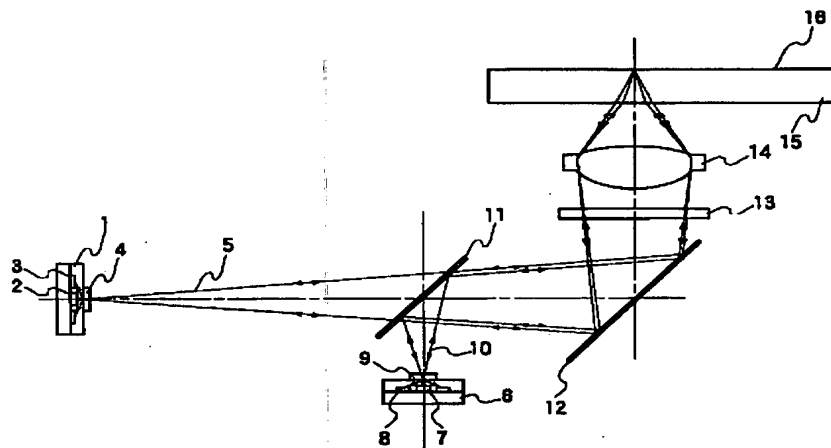
【符号の説明】

- 1 第1のLD/PDモジュール
- 2 第1の光源
- 3 第1の受光素子
- 4 第1のホログラム素子
- 5 第1の出射光
- 6 第2のLD/PDモジュール
- 7 第2の光源
- 8 第2の受光素子
- 9 第2のホログラム素子

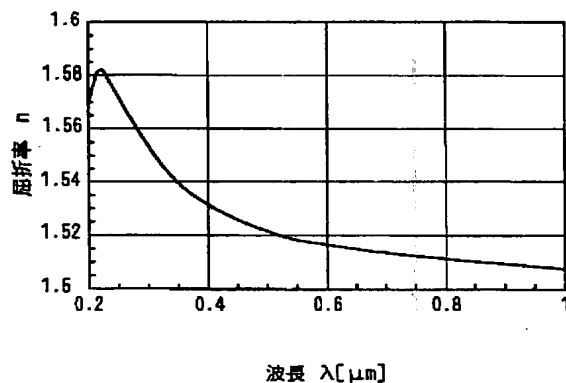
- 10 第2の出射光
- 11 ビームスプリッタ
- 12 立ち上げミラー
- 13 1/4波長板
- 14, 14', 14" 対物レンズ
- 15 保護層
- 16 情報記録面
- 17 第3の光源
- 18 第3の受光素子
- 19 第3のホログラム素子
- 20 第3の出射光
- 21 ビームスプリッタ
- 22 第3のLD/PDモジュール
- 23 情報記録面
- 24 保護層
- 25 収差補正手段 (ホログラム素子)

- 26 保護層
- 27 情報記録面
- 28 コリメートレンズ
- 101 半導体レーザー
- 102 SHG素子
- 103 出射光
- 104 コリメートレンズ
- 105 偏光ビームスプリッタ
- 106 立ち上げミラー
- 107 1/4波長板
- 108 対物レンズ
- 109 情報記録媒体
- 110 情報記録面
- 111 検出レンズ
- 112 受光素子

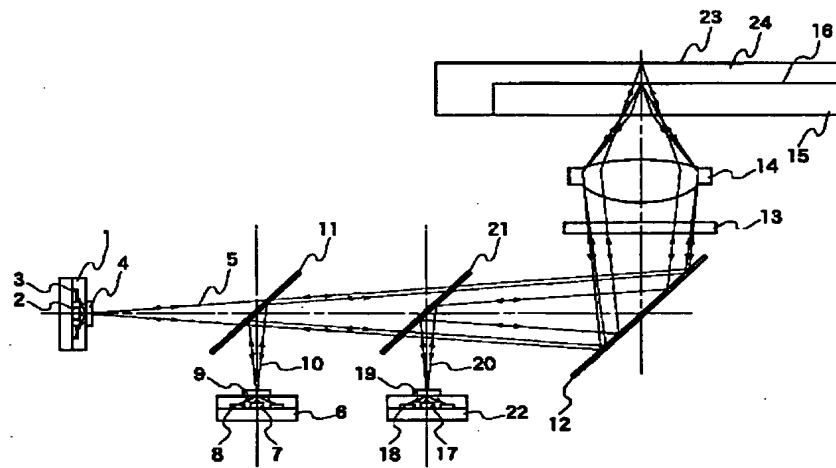
【図1】



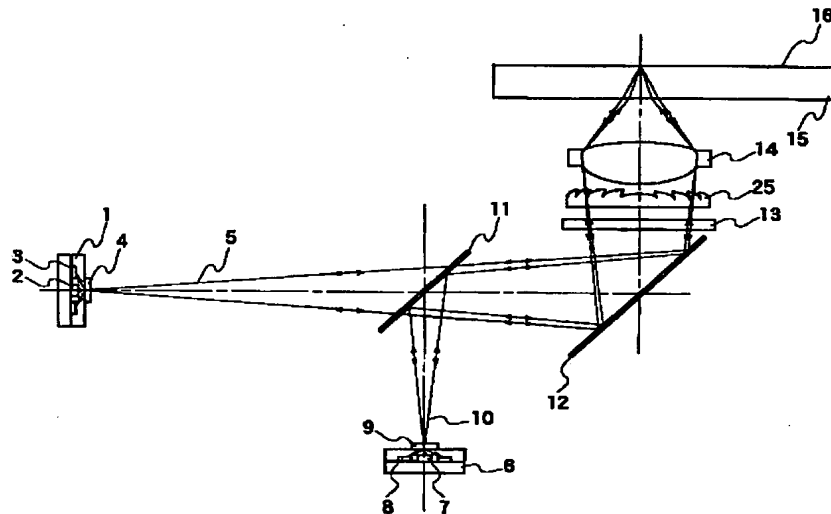
【図2】



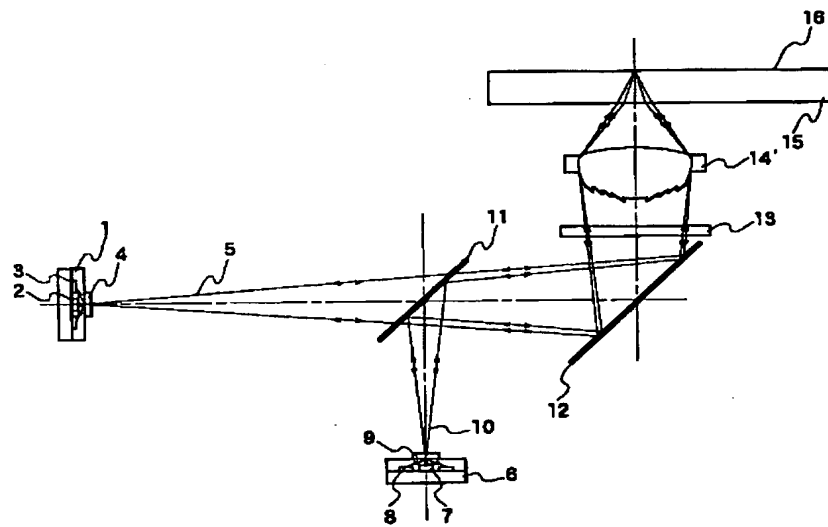
【図3】



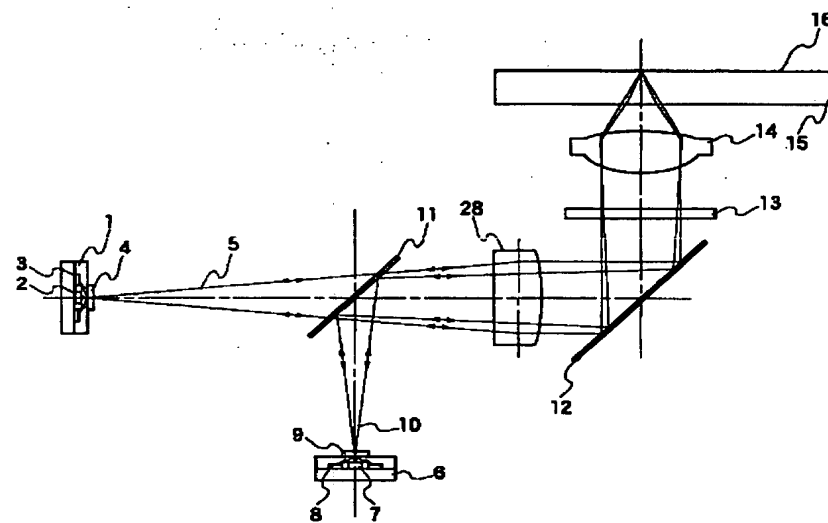
【図4】



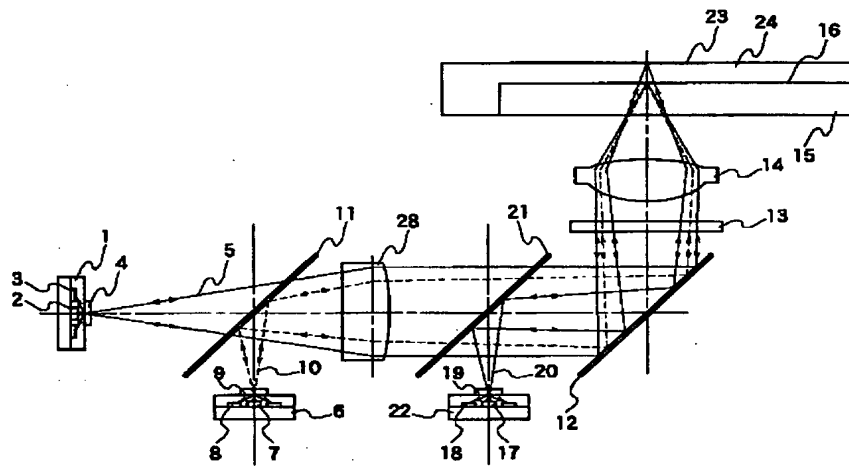
【図5】



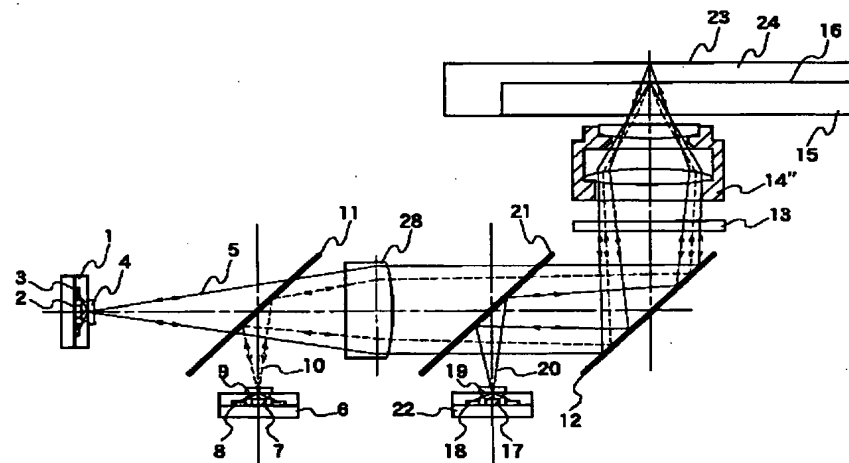
【図6】



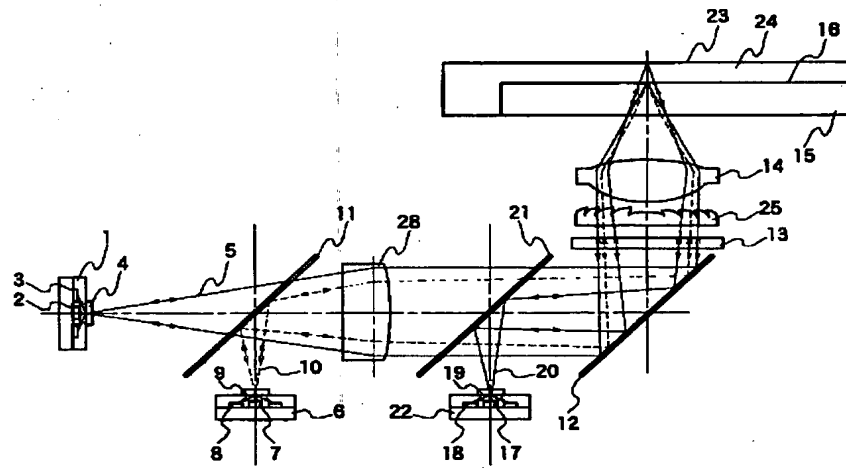
【図7】



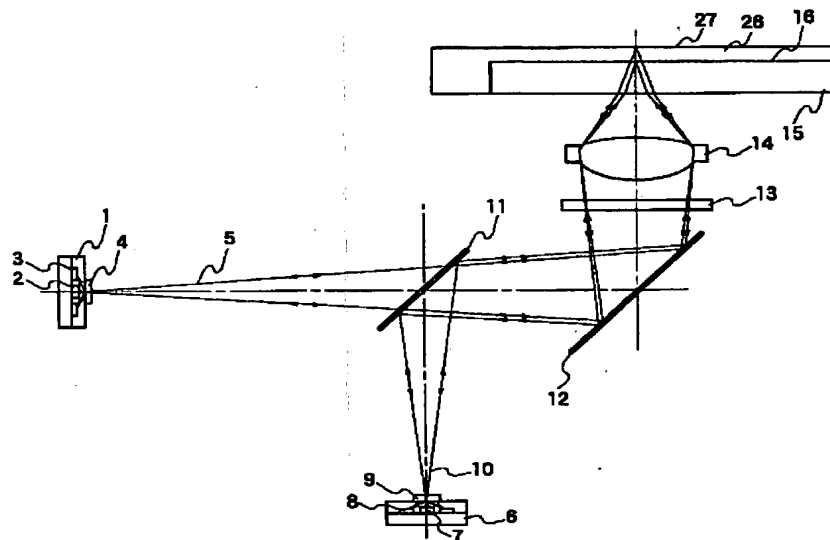
【図8】



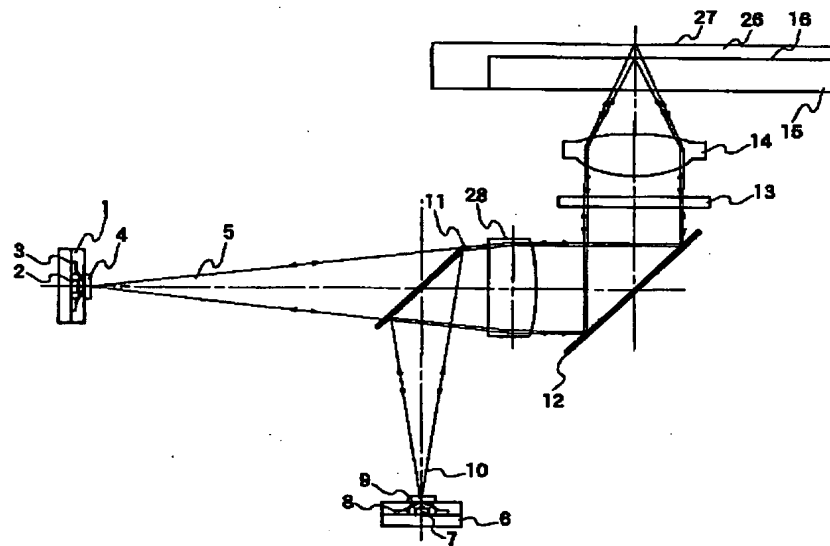
【図9】



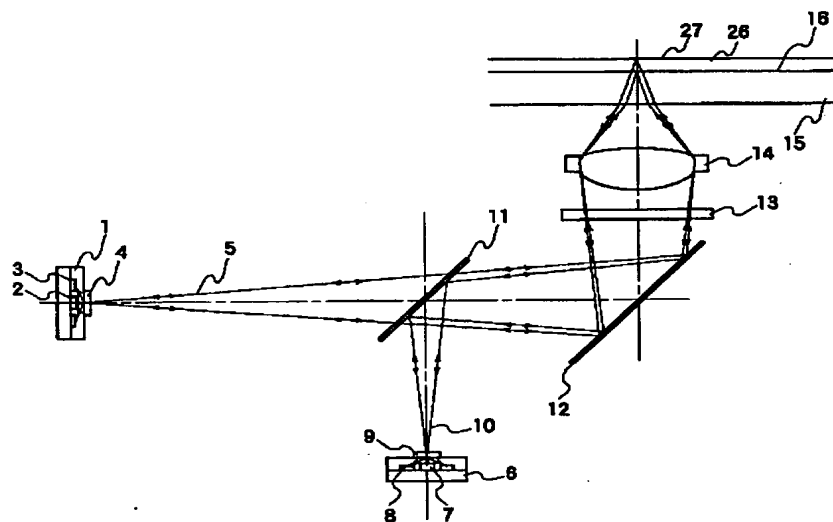
【図10】



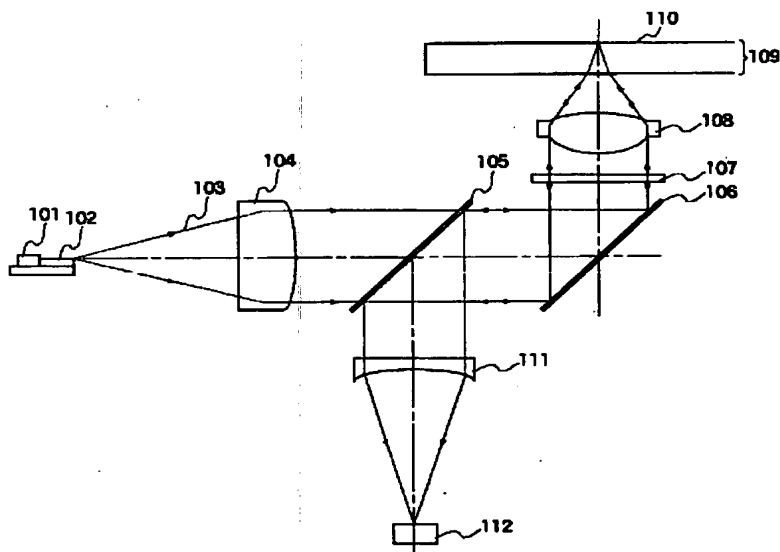
【図 1.1】



【図 1.2】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 笠澄 研一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 細美 哲雄
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5D119 AA41 BA01 DA05 EC03 EC45
EC47 FA08 JA02 JA09 JA47
JB02 JB04 LB11